

затраты, связанные с ремонтом и обслуживанием 60 тыс. руб./год. Проектирование и монтаж установки составляет 6 мес.

Результаты исследования показывают, что установки использования солнечной энергии для нагрева воды с вакуумным коллектором окупаются при значительном горизонте расчета. Срок окупаемости соизмерим со сроком службы солнечных коллекторов, указываемым производителями (15 лет). Установки использования солнечной энергии становятся значительно эффективнее при уменьшении капитальных затрат и снижении нормы дисконтирования до ставки рефинансирования Центрального банка России. Несмотря на значительный срок окупаемости, внедрение установок с использованием солнечной энергии в рекреационных зонах имеет свои положительные моменты. Данный тип установок позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Использование солнечной энергии в индивидуальных жилых домах также может быть обоснованным, поскольку снижает зависимость от централизованных систем энергоснабжения.

Список использованных источников

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ...» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ (с изм. и доп.).
2. Иванов, Т. В. Анализ и перспективы развития нормативно-технического обеспечения в области энергетической эффективности в зданиях / Т. В. Иванов, Ю. А. Табунщиков, А. Л. Наумов, А. К. Джинчарадзе. СПб. : Питер, 2013. 176 с.

УДК 62-67

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ РЁБЕР

NUMERICAL INVESTIGATION OF NATURAL CONVECTION SOLAR AIR HEATER WITH DIFFERENT FINS SHAPE

Трифонов В. Д.
Самарский государственный технический университет, г. Самара,
slavkat2016@yandex.ru

Trifonov V. D.
Samara State Technical University, Samara

Аннотация: В этой статье численно исследована естественная конвекция воздуха в солнечных воздухоподогревателях с прямоугольными, треугольными и эллиптическими рёбрами. Изучается влияние угла наклона на массовый расход и тепловые характеристики солнечных воздухоподогревателей.

Abstract: In this paper, natural convection of air in solar air heaters with rectangular, triangular and elliptical fins is numerically investigated. Effect of inclination angle on mass flow rate and thermal performance of solar air heaters is studied.

Ключевые слова: Солнечные воздухоподогреватели; Прямоугольные, треугольные и эллиптические рёбра; Тепловые характеристики; Массовый расход.

Key words: Solar air heaters; Rectangular, Triangular and elliptical fins; Thermal performance; Mass flow rate.

В последние годы энергетический дефицит заставляет страны использовать возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия и энергия ветра вместо ископаемой энергии. В настоящий момент солнечная энергия широко применяется из-за ее доступности, а также эффективности в снижении потребления энергии и вредных выбросов в атмосферу. Солнечный подогреватель воздуха – это простая система нагрева воздуха, поглощающая солнечную энергию в умеренных температурных диапазонах. Он используется для сушки сельскохозяйственной продукции, отопления и охлаждения помещений и вентиляции воздуха.

Солнечный воздухоподогреватель, состоящий из аккумулирующей тепло стенки и окрашенной в чёрный цвет дымовой трубы с естественной конвекцией, исследовал Ong [1]. Он определил температуру на выходе, массовый расход и эффективность солнечной дымовой трубы с помощью математической модели. Natami и Bahadornejad [2] экспериментально исследовали шесть разных случаев солнечных воздухоподогревателей в течение разных месяцев. Был сделан вывод о том, что максимальная эффективность достигается при минимальной температуре окружающей среды. Кроме того, в этой статье были введены новые корреляции для числа Нуссельта. Sakonidou et al. [3] разработал математическую модель для нахождения оптимального угла наклона. Вывод показал, что максимальная скорость и температура были достигнуты при угле наклона 60 и 30 °C соответственно. Suarez-Lopez et al. численно проанализировали тепловое и динамическое поведение воздуха в солнечном подогревателе воздуха [4].

Многообразие различных конструкций солнечных подогревателей воздуха обуславливает постоянный поиск новых инженерных решений.

В этой работе для упрощения управляющих уравнений сделаны следующие допущения:

1) несжимаемый поток воздуха; 2) постоянный поток; 3) постоянные теплофизические свойства воздуха; 4) приближение Буссинеска для естественной конвекции.

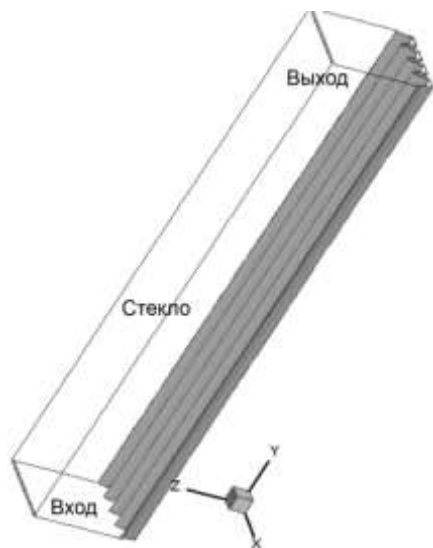


Рис. 1. Конфигурация солнечного подогревателя воздуха с треугольной формой рёбер

Управляющие уравнения для трехмерного несжимаемого плавучего турбулентного потока представлены ниже.

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (1)$$

где u – среднее значение скорости в направлении оси X , м/с; v – среднее значение скорости в направлении оси Y , м/с; w – среднее значение скорости в направлении оси Z , м/с.

Уравнение момента оси X :

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} + (\vartheta_t + \vartheta)(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}), \quad (2)$$

где ρ – плотность, кг/м³; ϑ – кинематическая вязкость, м²/с; ϑ_t – вихревая вязкость, м²/с.

Уравнение энергии для текучей среды:

$$u \frac{\partial(T)}{\partial x} + v \frac{\partial(T)}{\partial y} + w \frac{\partial(T)}{\partial z} = (\frac{\vartheta_t}{\sigma_t} + \frac{\vartheta}{Pr})(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}), \quad (3)$$

где T – локальная температура жидкости, °K; σ_t – турбулентное число Прандтля; Pr – число Прандтля.

Солнечный воздухоподогреватель (см. рис. 1) моделируется в разные месяцы выбранного города, а именно: Самара, Россия. Температура и давление на входе считаются равными температуре окружающей среды и атмосферному давлению. Также давление на выходе равно атмосферному давлению.

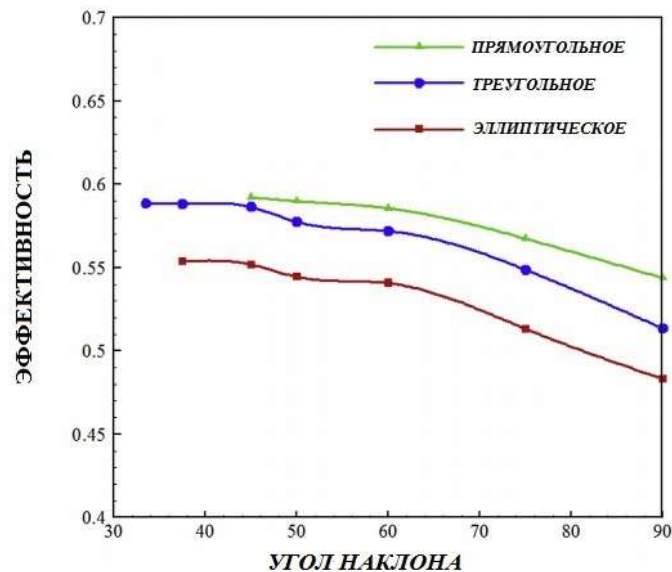


Рис. 2. Влияние угла наклона на тепловую эффективность

В результате расчётов, были сделаны выводы, (рис. 2) что солнечные воздухоподогреватели с прямоугольными ребрами имеют

несколько более высокие тепловые характеристики, чем солнечные воздухонагреватели с другими типами рёбер. Тепловая эффективность солнечного воздухонагревателя с прямоугольными ребрами на 5,5 % выше, чем у эллиптических и треугольных рёбер соответственно.

Список использованных источников

1. Ong K. S. A mathematical model of a solar chimney // *Renewable Energy*. – 2003. – Т. 28. – №. 7. – С. 1047–1060.
2. Hatami N., Bahadorinejad M. Experimental determination of natural convection heat transfer coefficient in a vertical flat-plate solar air heater // *Solar Energy*. – 2008. – Т. 82. – №. 10. – С. 903–910.
3. Sakonidou E. P. et al. Modeling of the optimum tilt of a solar chimney for maximum air flow // *Solar Energy*. – 2008. – Т. 82. – №. 1. – С. 80–94.
4. Suárez-López M. J. et al. Numerical simulation and exergetic analysis of building ventilation solar chimneys // *Energy Conversion and Management*. – 2015. – Т. 96. – С. 1–11.

УДК 662.61

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF LOCAL TYPES OF FUEL

Уваров В. А., Готулева Ю. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет, Нижний Новгород,
valerion052@gmail.com

Uvarov V. A., Gotuleva Yu. V.

Nizhny Novgorod state University of architecture and construction,
Nizhniy Novgorod

Аннотация: В данной статье проанализированы перспективы использования древесных отходов в теплоэнергетике. В качестве